

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-272541

(43)公開日 平成6年(1994)9月27日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/18	Z A B E			
3/02	Z A B			
	3 3 1 Z			
3/08	Z A B A			
	H			

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

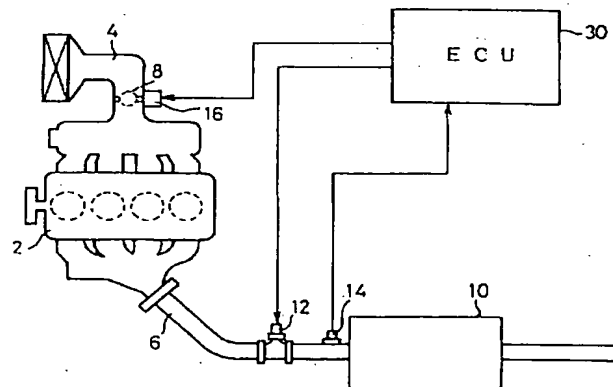
(21)出願番号	特願平5-60038	(71)出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	平成5年(1993)3月19日	(72)発明者	広田 信也 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	荒木 康 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	小端 喜代志 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74)代理人	弁理士 宇井 正一 (外4名)

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【目的】 NO<sub>x</sub> 吸収剤の SO<sub>x</sub> 被毒解消操作を簡易に行う。

【構成】 ディーゼル機関本体 2 の排気通路 6 にパティキュレートフィルタ 10 が配置される。パティキュレートフィルタ 10 は NO<sub>x</sub> 吸収剤を担持した構成とする。パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートの燃焼を行った後、絞り弁 8 が閉弁され、還元剤供給装置 12 からパティキュレートフィルタに還元剤が供給される。パティキュレート燃焼時に発生する熱により、NO<sub>x</sub> 吸収剤は高温になっているため、NO<sub>x</sub> 吸収剤はこれにより高温かつリッチ雰囲気下に置かれ、SO<sub>x</sub> 被毒が速やかに解消する。



- 2...ディーゼル機関本体
- 6...排気通路
- 8...吸気絞り弁
- 10...パティキュレートフィルタ
- 12...還元剤供給装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流入排気空燃比がリーンなときに $\text{NO}_x$ を吸収し流入排気の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤をディーゼルエンジンの排気通路に配置して排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させ、 $\text{NO}_x$ 吸収後に前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比をリッチにして前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させるとともに放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化する排気浄化装置において、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤と排気中の微粒子を捕集するパティキュレートフィルタとを相互に熱伝達可能な位置に配置し、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比をリッチにして前記 $\text{NO}_x$ の放出と還元浄化を行い、その後前記パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼させ、このパティキュレート燃焼操作終了後に再度前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比をリッチにして $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{SO}_x$ 被毒を解消することとを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は内燃機関の排気浄化装置に関し、詳細にはディーゼルエンジンの排気中に含まれる $\text{NO}_x$ 成分を効果的に除去可能な排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】特開昭 62-106826 号公報には、排気ガスの空燃比がリーンなときには $\text{NO}_x$ を吸収し排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤をディーゼル機関の排気通路内に配置し、この $\text{NO}_x$ 吸収剤に排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させ、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収効率が低下したときに排気の流入を遮断して $\text{NO}_x$ 吸収剤に還元剤を供給し、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させるとともに放出された $\text{NO}_x$ の還元浄化を行う内燃機関の排気浄化装置が開示されている。

【0003】また、ディーゼルエンジンの排気中に多く含まれる排気微粒子（パティキュレート）の大気放出を防止するためにディーゼルエンジンの排気通路にパティキュレートフィルタを配置して排気中のパティキュレートを捕集することが知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 $\text{NO}_x$ 吸収剤は、上述のようにリーン空燃比の排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し、排気中の酸素濃度が低下すると吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ の吸放出作用を行う。この吸放出作用については後に詳述するが、排気中に硫酸化物（ $\text{SO}_x$ ）が存在すると $\text{NO}_x$ 吸収剤は $\text{NO}_x$ の吸収作用を行うのと同じメカニズムで排気中の $\text{SO}_x$ の吸収を行う。

【0005】ところが、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収された $\text{SO}_x$ は安定な硫酸塩を形成するため一般に分解、放出されにくく、 $\text{NO}_x$ 吸収剤内に蓄積されやすい傾向がある。

$\text{NO}_x$ 吸収剤内の $\text{SO}_x$ 蓄積量が増大すると、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収容量が減少して排気中の $\text{NO}_x$ の除去を十分に行うことができなくなるため、 $\text{NO}_x$ の浄化効率が低下するいわゆる $\text{SO}_x$ 被毒が生じる問題がある。特に、燃料として比較的硫黄成分を多く含む軽油を使用するディーゼルエンジンにおいてはこの $\text{SO}_x$ 被毒の問題が生じやすい。

【0006】一方、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収された $\text{SO}_x$ についても、 $\text{NO}_x$ の放出、還元浄化と同じメカニズムで放出、還元浄化が可能であることが知られている。しかし、上述のように $\text{NO}_x$ 吸収剤内に蓄積された硫酸塩は比較的安定であるため、通常の $\text{NO}_x$ の放出、還元浄化操作（以下「 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作」という）が行われる温度（例えば、250度C程度以上）では $\text{NO}_x$ 吸収剤内に吸収された $\text{SO}_x$ を放出させることは困難である。このため、 $\text{SO}_x$ 被毒を解消するためには、 $\text{NO}_x$ 吸収剤を通常の再生操作時より高い温度（例えば500度C以上）に昇温し、かつ流入する排気空燃比をリッチにする被毒解消操作を定期的に行う必要がある。

【0007】このため、比較的排気温度が低いディーゼルエンジン等では $\text{SO}_x$ 被毒解消操作のために電気ヒータ、バーナ等の加熱手段を設け一定期間毎に通常より高い温度に $\text{NO}_x$ 吸収剤を加熱することが必要となり、加熱手段の設置による装置コストの上昇や加熱に要するエネルギーのための燃費増大の問題が生じていた。本発明は、上記問題に鑑み、特別な加熱手段を設けることなく簡易に $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{SO}_x$ 被毒解消操作を行うことのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、流入排気空燃比がリーンなときに $\text{NO}_x$ を吸収し流入排気の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤をディーゼルエンジンの排気通路に配置して排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させ、 $\text{NO}_x$ 吸収後に前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比をリッチにして前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させるとともに放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化する排気浄化装置において、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤と排気中の微粒子を捕集するパティキュレートフィルタとを相互に熱伝達可能な位置に配置し、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比をリッチにして前記 $\text{NO}_x$ の放出と還元浄化を行い、その後前記パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼させ、このパティキュレート燃焼操作終了後に再度前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比をリッチにして $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{SO}_x$ 被毒を解消することとを特徴とする内燃機関の排気浄化装置が提供される。

## 【0009】

【作用】 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比がリッチになると、排気中の酸素濃度が急激に低下して $\text{NO}_x$ 吸収

剤に吸収された $\text{NO}_x$ が放出され、排気中の未燃HC成分と反応して還元浄化される。次いで排気空燃比をリーンにしてパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートの燃焼が行われ、パティキュレートフィルタは高温になる。 $\text{NO}_x$ 吸収剤とパティキュレートフィルタとは相互に熱伝達可能な位置に配置されているため、このとき $\text{NO}_x$ 吸収剤も高温になる。一般に $\text{NO}_x$ 吸収剤が高温になるとリーン雰囲気下でも $\text{NO}_x$ 吸収剤から $\text{NO}_x$ が放出されるようになるが、パティキュレートの燃焼は $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 放出終了後に行われるため、パティキュレート燃焼時には $\text{NO}_x$ は放出されず未浄化の $\text{NO}_x$ が大気へ放出されることが防止される。

【0010】次いで、パティキュレートの燃焼が終了すると排気空燃比は再度リッチにされる。このため、 $\text{NO}_x$ 吸収剤は高温かつリッチ雰囲気条件になり、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から $\text{SO}_x$ が放出され、 $\text{SO}_x$ 被毒が解消する。

【0011】

【実施例】図1に本発明の第一の実施例を示す。図1において、2はディーゼルエンジン、4は吸気通路、6は排気通路を夫々示す。吸気通路4内には吸気絞り弁8が設けられ、この吸気絞り弁8は通常時は全開とされており、後述のように $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を行う際に閉弁され、エンジン2の吸入空気量を絞り $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気流量を低減する。これにより、排気中の酸素を消費して $\text{NO}_x$ 吸収剤雰囲気中の酸素濃度を低下させるために必要な還元剤の量が低減される。図に16で示すのは吸気絞り弁8を駆動するソレノイド、負圧アクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータである。

【0012】排気通路6の途中には、パティキュレートフィルタ10が配置される。12はパティキュレートフィルタ10上流側の排気通路6に還元剤を供給して $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比をリッチにするための還元剤供給装置である。本実施例では還元剤としてディーゼルエンジン2の燃料が使用されており、還元剤供給装置12はエンジン燃料系統から供給された燃料を排気通路6内に霧状に噴射するノズルを備えている。

【0013】パティキュレートフィルタ10と還元剤供給装置12との間の排気通路6には排気温センサ14が配置され、この排気温センサ14の検出信号は電子制御ユニット(ECU)30に入力される。ECU30は、CPU(中央演算装置)、RAM(ランダムアクセスメモリ)、ROM(リードオンリメモリ)、入出力ポートを双方向バスで接続した公知の形式のデジタルコンピュータからなり、燃料噴射量制御等のエンジンの基本制御を行う他、本実施例では $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生、パティキュレートの燃焼、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{SO}_x$ 被毒解消等の制御も行っている。これらの制御のため、ECU30は、吸気絞り弁8を駆動するアクチュエータ16、および還元剤供給装置12を制御して、吸気絞り弁8の開閉と還元剤供給装置12からの還元剤の供給の調節を行

う。

【0014】図2にはパティキュレートフィルタ10の拡大断面図を示す。図2を参照すると、パティキュレートフィルタ10は多孔質セラミックから成り、排気ガスは矢印で示されるように図中左から右に向かって流れる。パティキュレートフィルタ10内には、上流側に栓18が施された第1通路22と下流側に栓20が施された第2通路24とが交互に配置されハニカム状をなしている。排気ガスが図中左から右に向かって流れると、排気ガスは第2通路24から多孔質セラミックの流路壁面を通過して第1通路22に流入し、下流側に流れる。このとき、排気ガス中のパティキュレートは多孔質セラミックによって捕集され、パティキュレートの大気への放出が防止される。

【0015】第1および第2通路22および24の壁面には $\text{NO}_x$ 吸収剤26が担持されている。 $\text{NO}_x$ 吸収剤26は、例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とから成る。 $\text{NO}_x$ 吸収剤26は流入排気ガスの空燃比がリーンのときには $\text{NO}_x$ を吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ の吸放出作用を行う。

【0016】本実施例ではディーゼルエンジンが使用されているため、通常時の排気空燃比はリーンであり $\text{NO}_x$ 吸収剤26は排気中の $\text{NO}_x$ の吸収を行う。また、還元剤装置12からパティキュレートフィルタ10上流側の排気通路に還元剤が供給されて流入排気空燃比がリッチになると $\text{NO}_x$ 吸収剤26は吸収した $\text{NO}_x$ の放出を行う。

【0017】この吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかな部分もある。しかしながらこの吸放出作用は図3に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとりて説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0018】即ち、流入排気ガスがかなりリーンになると流入排気ガス中の酸素濃度が大幅に増大し、図3(A)に示されるようにこれら酸素 $\text{O}_2$ が $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガス中のNOは白金Ptの表面上で $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ と反応し、 $\text{NO}_2$ となる( $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ )。次いで生成された $\text{NO}_2$ の一部は白金Pt上で更に酸化されつつ $\text{NO}_x$ 吸収剤26内に吸収されて酸化バリウム $\text{BaO}$ と結合しながら、図3(A)に示されるように硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ の形で $\text{NO}_x$ 吸収剤26内に拡散する。このようにして $\text{NO}_x$ が $\text{NO}_x$ 吸収剤26内に吸収され

る。

【0019】流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面で $\text{NO}_2$ が生成され、 $\text{NO}_x$ 吸収剤26の $\text{NO}_x$ 吸収能力が飽和しない限り $\text{NO}_2$ が $\text{NO}_x$ 吸収剤26内に吸収されて硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ が生成される。これに対して流入排気ガス中の酸素濃度が低下して $\text{NO}_2$ の生成量が低下すると反応が逆方向( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$ )に進み、斯くして $\text{NO}_x$ 吸収剤26内の硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ が $\text{NO}_2$ の形で吸収剤から放出される。即ち、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると $\text{NO}_x$ 吸収剤26から $\text{NO}_x$ が放出されることになる。流入排気ガスのリーンの度合いが低くなれば流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、従って流入排気ガスのリーンの度合いを低くすれば $\text{NO}_x$ 吸収剤26から $\text{NO}_x$ が放出されることになる。

【0020】一方、このとき流入排気ガスの空燃比をリッチにすると、HC、COは白金Pt上の酸素 $\text{O}_2$ または $\text{O}_2^-$ と反応して酸化せしめられる。また、流入排気ガスの空燃比をリッチにすると流入排気ガス中の酸素濃度が極度に低下するために $\text{NO}_x$ 吸収剤26から $\text{NO}_2$ が放出され、この $\text{NO}_2$ は図3(B)に示されるように未燃HC、COと反応して還元浄化せしめられる。このようにして白金Ptの表面上に $\text{NO}_2$ が存在しなくなると $\text{NO}_x$ 吸収剤26から次から次へと $\text{NO}_2$ が放出される。従って流入排気ガスの空燃比をリッチにすると短時間のうちに $\text{NO}_x$ 吸収剤26から $\text{NO}_x$ が放出されて還元浄化されることになる。

【0021】なお、ここでいう排気空燃比とは $\text{NO}_x$ 吸収剤26上流側の排気通路6とエンジン燃焼室または吸気通路に供給された空気と燃料との比率をいうものとする。従って排気通路6に空気や還元剤が供給されていないときには排気空燃比はエンジンの運転空燃比(エンジン燃焼室内の燃焼空燃比)に等しくなる。また、本発明に使用する還元剤としては、排気中で炭化水素や一酸化炭素等の還元成分を発生するものであれば良く、水素、一酸化炭素等の気体、プロパン、プロピレン、ブタン等の液体又は気体の炭化水素、ガソリン、軽油、灯油等の液体燃料等が使用できるが、本実施例では貯蔵、補給等の際の煩雑さを避けるため前述のようにディーゼルエンジン2の燃料である軽油を還元剤として使用している。

【0022】次に $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{SO}_x$ 被毒のメカニズムについて説明する。排気中に $\text{SO}_x$ 成分が含まれていると、 $\text{NO}_x$ 吸収剤は上述の $\text{NO}_x$ の吸収と同じメカニズムで排気中の $\text{SO}_x$ を吸収する。すなわち、排気空燃比がリーンのとき、排気中の $\text{SO}_x$ (例えば $\text{SO}_2$ )は白金Pt上で酸化されて $\text{SO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^-$ となり、酸化バリウムBaOと結合してBaSO<sub>4</sub>を形成する。BaSO<sub>4</sub>は比較的安定であり、また、結晶が粗大化しやすいため一旦生成されると分解放出されにくい。このた

め、 $\text{NO}_x$ 吸収剤中のBaSO<sub>4</sub>の生成量が増大すると $\text{NO}_x$ の吸収に関与できるBaOの量が減少してしまい $\text{NO}_x$ の吸収能力が低下してしまう。この $\text{SO}_x$ 被毒を解消するためには、 $\text{NO}_x$ 吸収剤中に生成されたBaSO<sub>4</sub>を高温で分解するとともに、これにより生成される $\text{SO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^-$ の硫酸イオンをリッチ雰囲気下で還元し、気体状の $\text{SO}_2$ に転換して $\text{NO}_x$ 吸収剤から放出させる必要がある。従って $\text{SO}_x$ 被毒を解消するためには、 $\text{NO}_x$ 吸収剤を高温かつリッチ雰囲気の状態にすることが必要とされる。

【0023】次に図4を参照しつつ本実施例の動作について説明する。図4は $\text{NO}_x$ 吸収剤26の $\text{SO}_x$ 被毒解消操作の制御ルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンはECU30により一定時間毎の割込みによって実行される。図4を参照すると、まず、ステップ40で $\text{NO}_x$ 吸収剤26からの上記 $\text{NO}_x$ の放出、還元浄化操作(再生操作)の実行条件が成立したか否かが判定される。 $\text{NO}_x$ 吸収剤再生開始条件は、例えば、減速時であり、 $\text{NO}_x$ 吸収剤26が活性化温度以上であり、かつ前回再生を実行してから所定時間以上経過していること等である。 $\text{NO}_x$ 吸収剤再生開始条件が成立していないと判定された場合、ステップ42に進み吸気絞り弁8が開弁され、ステップ44で還元剤供給装置12からの燃料供給が禁止される。

【0024】一方、ステップ40において $\text{NO}_x$ 吸収剤再生開始条件が成立した場合、ステップ46に進み、 $\text{NO}_x$ 吸収剤再生開始条件が成立した時からの経過時間Tが予め定められた第1の時間 $T_1$ より小さいか否かが判定される。第1の時間 $T_1$ は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤26を再生するのに必要な時間である。 $T < T_1$ の場合、ステップ48に進み吸気絞り弁8が開弁される。これによってパティキュレートフィルタ10に流入する空気量が減少される。次いで、ステップ50で、還元剤供給装置12から燃料が供給される。供給された燃料は $\text{NO}_x$ 吸収剤26の触媒作用によって燃焼し排気ガス中の酸素が消費される。このため、パティキュレートフィルタ10内の排気ガス中の酸素濃度が極度に低下して排気ガスの空燃比はリッチとなる。これによって、前述のように、 $\text{NO}_x$ 吸収剤26から $\text{NO}_x$ が放出され、この放出された $\text{NO}_x$ は還元浄化されることとなる。

【0025】次いで、ステップ46で $T \geq T_1$ と判定された場合、すなわち、 $\text{NO}_x$ 吸収剤26の再生が完了したと判定された場合、ステップ52に進み、経過時間Tが予め定められた第2の時間 $T_2$ より小さいか否かが判定される。 $T_2$ は $T_1$ より大きい値であり、 $T_2 - T_1$ は、パティキュレートフィルタ10に捕集されたパティキュレートを燃焼させるために要する時間である。 $T < T_2$ の場合、すなわち燃焼時間内である場合には、ステップ54に進み吸気絞り弁8が開弁される。これによって多量の空気がパティキュレートフィルタ10内に流

入する。次いでステップ56に進んで還元剤供給装置12から着火用の燃料が供給されて燃焼される。これによって、パティキュレートフィルタ10に捕集されたパティキュレートに着火され、燃焼する。なお、図示していないが、パティキュレートフィルタ10上流側に電気ヒータ等の補助的加熱手段を設け、NO<sub>x</sub>吸収剤の再生完了後一定時間パティキュレートフィルタ10を加熱するようにすればパティキュレートの着火が促進される。

【0026】次いでステップ52で $T \geq T_2$ と判定された場合、すなわち、パティキュレートの燃焼が完了した場合には、ステップ58に進み経過時間Tが所定の第3の時間 $T_3$ より小さいか否かが判定される。 $T_3$ は $T_2$ より大きい値であり、 $T_3 - T_2$ は、NO<sub>x</sub>吸収剤26のSO<sub>x</sub>被毒の解消のために必要な時間である。 $T < T_3$ の場合、すなわちSO<sub>x</sub>被毒解消操作時間内の場合にはステップ60に進み吸気絞り弁8は再度閉弁され、ステップ62で還元剤供給装置12からSO<sub>x</sub>被毒解消用の燃料が供給される。これにより、NO<sub>x</sub>吸収剤26は高温かつリッチ雰囲気の状態になり、NO<sub>x</sub>吸収剤26に吸収されたSO<sub>x</sub>がSO<sub>2</sub>の形でNO<sub>x</sub>吸収剤から放出される。

【0027】また、ステップ58で $T \geq T_3$ と判定された場合、すなわち、SO<sub>x</sub>被毒解消操作が完了した場合には、ステップ42に進み吸気絞り弁8が開弁され、ステップ44で還元剤供給装置12からの燃料供給が禁止される。これにより、NO<sub>x</sub>吸収剤26は再び排気中のNO<sub>x</sub>の吸収を行う。以上のように本実施例によれば、NO<sub>x</sub>吸収剤26をパティキュレートフィルタに担持させ、NO<sub>x</sub>吸収剤の再生操作を行った後にパティキュレートを燃焼させて、更にその後NO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒解消操作を行うようにしているために、以下のような効果を得ることができる。

【0028】パティキュレートフィルタ10に捕集されたパティキュレートを燃焼させることにより、パティキュレートフィルタ10に担持されたNO<sub>x</sub>吸収剤26が高温になるため、NO<sub>x</sub>吸収剤26のSO<sub>x</sub>被毒解消操作のために別途加熱手段を設けてNO<sub>x</sub>吸収剤26を加熱昇温する必要がないので簡易にNO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒解消操作を行うことができる。また、SO<sub>x</sub>被毒解消操作時にパティキュレートの燃焼により発生する熱を利用してNO<sub>x</sub>吸収剤を加熱するため、NO<sub>x</sub>吸収剤の加熱のために外部から供給するエネルギーを大幅に低減することができる。

【0029】また、NO<sub>x</sub>吸収剤26の再生操作実行後にパティキュレートを燃焼させるようにしているためにパティキュレート燃焼時の熱によってNO<sub>x</sub>吸収剤26に吸収されたNO<sub>x</sub>が大気へ放出されることを防止することができ、さらに、NO<sub>x</sub>吸収剤26の再生操作時に供給された燃料がNO<sub>x</sub>吸収剤26上で燃焼しパティキュレートフィルタ10の温度が上昇するため、これによ

りパティキュレートフィルタ10に捕集されているパティキュレートが昇温され、パティキュレートの着火燃焼が容易になる。

【0030】なお、本実施例ではNO<sub>x</sub>吸収剤をパティキュレートフィルタ内の排気通路壁面に担持させているが、NO<sub>x</sub>吸収剤とパティキュレートフィルタとは別個に独立させてもよい。この場合には、NO<sub>x</sub>吸収剤の上流側にパティキュレートフィルタを配置し、パティキュレート燃焼時にパティキュレートフィルタで発生する熱が効率よくNO<sub>x</sub>吸収剤に伝達されるようにする。

【0031】次に図5を用いて本発明の第二の実施例について説明する。図1の実施例ではNO<sub>x</sub>吸収剤の再生及びSO<sub>x</sub>被毒解消操作時に吸気絞り弁8を閉じてエンジンの吸入空気量を絞り、NO<sub>x</sub>吸収剤（パティキュレートフィルタ）に流入する排気流量を低下させるようにして排気中の酸素を消費するために必要な還元剤の量を低減している。このため、NO<sub>x</sub>吸収剤の再生、SO<sub>x</sub>被毒解消操作時にはエンジン出力が低下することになる。このため、これらの操作は限られた運転条件下（例えばエンジンブレーキ時等エンジン出力が低下しても運転に影響が生じない条件下）で行う必要があり、任意の時期にNO<sub>x</sub>吸収剤再生やSO<sub>x</sub>被毒解消操作を行うことができない。

【0032】図5に示す実施例ではNO<sub>x</sub>吸収剤を担持したパティキュレートフィルタを排気管に2つ並列に配置し、一方ずつNO<sub>x</sub>吸収剤に流入する排気を遮断してNO<sub>x</sub>吸収剤の再生とSO<sub>x</sub>被毒解消操作を行う。これにより、一方のNO<sub>x</sub>吸収剤の再生操作実行中には他方のNO<sub>x</sub>吸収剤に排気の流れを切り換えて運転できるので、全体として排気流量を絞る必要がなくエンジンの出力低下を生じない。このため、運転条件に左右されることなく任意の時期にNO<sub>x</sub>吸収剤の再生等の操作を行うことが可能となる。

【0033】図5において、6はエンジン（図示せず）の排気管、6a、6bは排気管6の分岐通路、10a、10bは分岐通路6a、6bに配置されたパティキュレートフィルタ、9a、9bはそれぞれ分岐通路6a、6bのパティキュレートフィルタ10a、10b上流側に設けられた遮断弁、91a、91bは遮断弁9a、9bを駆動するソレノイド、負圧アクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータである。本実施例においてもパティキュレートフィルタ10a、10bはそれぞれ図2の実施例と同様にNO<sub>x</sub>吸収剤を担持した構造とされている。

【0034】また、本実施例においては還元剤供給装置12はそれぞれパティキュレートフィルタ10a、10bの上流側の分岐通路6a、6b内に還元剤（燃料）を供給する噴射ノズル12a、12bを備えている。更に、本実施例では遮断弁9a、9bとパティキュレートフィルタ10a、10bとの間の分岐通路6a、6bに

二次空気を供給する二次空気供給装置 11 が設けられている。二次空気供給装置 11 はエアポンプ等の空気供給源 11c とそれぞれ分岐通路 6a、6b に空気を供給するノズル 11a、11b とを備え、後述の ECU 30 からの制御信号によりパティキュレートフィルタ 10a、10b に二次空気を供給する。

【0035】また、本実施例ではパティキュレートフィルタの再生操作の要否を判定するために分岐通路 6a、6b の上流側の排気管 6 には排気管 6 内の排気圧力を検出する背圧センサ 21 が設けられている。さらに、パティキュレートフィルタ 10a、10b の下流側の分岐通路 6a、6b には排気温度を検出する排気温度センサ 23a、23b と、排気中の酸素濃度を検出して酸素濃度に応じた連続的な出力信号を発生する酸素濃度センサ 25a、25b がそれぞれ配置されている。

【0036】また、電子制御ユニット (ECU) 30 の入力ポートには背圧センサ 21、排気温度センサ 23a、23b、酸素濃度センサ 25a、25b からの出力信号がそれぞれ図示しない A/D 変換器を介して入力されている他、エンジン回転数等の信号が図示しないセンサから入力されている。さらに、ECU 30 の出力ポートは、図示しない駆動回路を通じて遮断弁 9a、9b のアクチュエータ 91a、91b、還元剤供給装置 12 のノズル 12a、12b、二次空気供給装置 11 のエアポンプ 11c、ノズル 11a、11b にそれぞれ接続され、これらの作動を制御している。

【0037】本実施例では、通常時遮断弁 9a、9b の一方 (例えば遮断弁 9a) は分岐通路 (例えば分岐通路 6a) を閉鎖し、排気の略全量をもう一方のパティキュレートフィルタ (10b) に導いて該一方のパティキュレートフィルタで NOx の吸収とパティキュレートの捕集を行う。また、この NOx の吸収を行っているパティキュレートフィルタ (10b) 上の NOx 吸収剤の NOx 吸収量が増大した場合には、遮断弁を切り換えて排気の略全量をもう一方の分岐通路のパティキュレートフィルタ (6a、10a) に導いて NOx の吸収とパティキュレートの捕集を行うとともに、NOx 吸収量が増大したパティキュレートフィルタ (10b) に還元剤を供給して NOx 吸収剤の再生を行う。

【0038】また、ECU 30 は背圧センサ 21 の出力から使用中のパティキュレートフィルタの排気抵抗が増大したことを検出すると、このパティキュレートフィルタの NOx 吸収剤再生操作実行後に、遮断弁は閉弁したまま二次空気供給装置 11 からパティキュレートフィルタに二次空気を供給することにより、続いてパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼させる。

【0039】更に、パティキュレートの燃焼が完了すると遮断弁の閉弁と還元剤の供給は維持したまま二次空気の供給を停止する。これによりパティキュレートフィル

タに担持された NOx 吸収剤は高温かつリッチ雰囲気に置かれるため NOx 吸収剤から SOx が放出され SOx 被害が解消する。図 6 は NOx 吸収剤の SOx 被害解消操作を示すフローチャートである。本ルーチンは ECU 30 により一定時間毎に実行される。

【0040】図 6 においてルーチンがスタートすると、ステップ 601 では現在使用しているパティキュレートフィルタの NOx 吸収剤の再生操作開始条件が成立しているか否かが判断される。NOx 吸収剤の再生はエンジン排気温度が所定値以上 (すなわち、NOx 吸収剤が所定の活性温度以上) であり、かつ NOx 吸収剤の使用時間 (NOx 吸収量) が所定値 (例えば 1 分から 3 分程度) に達している場合 (すなわち、使用中の NOx 吸収剤の NOx 吸収量が所定量以上になっている場合) に実行される。

【0041】ステップ 601 で NOx 吸収剤の再生操作開始条件が成立している場合にはステップ 603 で遮断弁 9a、9b を切換えて、再生操作を行う側のパティキュレートフィルタの分岐通路を閉鎖する。これにより、排気の略全量がもう一方の分岐通路に流れ、再生を行う側のパティキュレートフィルタには遮断弁全開時の洩れ流量に相当する排気流量が流れるのみとなる。次いでステップ 605 では再生操作を行う側のパティキュレートフィルタに還元剤供給装置 12 から燃料が供給される。これにより、燃料はパティキュレートフィルタに担持された NOx 吸収剤上で燃焼し、NOx 吸収剤の周囲の排気中の酸素が消費され、NOx 吸収剤からの NOx の放出と還元浄化が行われるとともに、燃焼により NOx 吸収剤を担持するパティキュレートフィルタの温度が上昇する。

【0042】次いでステップ 607 では NOx 吸収剤の再生操作の終了条件が判定される。NOx 吸収剤の再生操作は、再生操作実行中のパティキュレートフィルタの下流側の酸素濃度センサ (25a または 25b) で検出した排気酸素濃度が所定値以下 (略ゼロ) になった状態 (排気中の酸素が全部消費された状態) から所定時間 (例えば、数秒から数十秒) 経過した時に終了する。

【0043】ステップ 607 で NOx 吸収剤の再生操作が終了したと判断されたときにはステップ 609 でパティキュレートフィルタの再生操作を同時に行う必要があるか否かが判定される。パティキュレートフィルタの再生操作は、NOx 吸収剤の再生開始前に背圧センサ 21 から読み込んだ排気圧力が所定値 (エンジンの回転数、負荷などに応じて予め設定された値) 以上か否かにより判断される。

【0044】ステップ 609 でパティキュレートフィルタの再生操作が必要ないと判断された場合にはステップ 621 で還元剤供給装置 12 からの燃料供給が停止され、遮断弁 9a、9b はこのままの状態に保持され、再生後の NOx 吸収剤は待機状態に置かれる。ステップ 6

09でパティキュレートフィルタの再生操作が必要と判断された場合には続いてステップ611から615のパティキュレートフィルタの再生操作が行われる。すなわち、ステップ611では還元剤供給装置12から供給される燃料の量が増量され、ステップ613では二次空気供給装置11からパティキュレートフィルタに所定量の二次空気（例えば50リットル/分程度）が供給される。これによりパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートが着火、燃焼する。

【0045】次いで、ステップ615では、パティキュレートの燃焼が終了したか否かが判断される。本実施例では、ステップ611と613が開始されて所定時間

（例えば8分程度）が経過した場合にパティキュレートの燃焼が完了したと判断して、引き続きステップ617から619のSO<sub>x</sub>被毒解消操作を実行する。すなわち、ステップ617では遮断弁の全閉状態と還元剤供給装置12からの還元剤供給量は維持したまま二次空気供給装置11からの二次空気供給が停止される。前述のように、この状態ではパティキュレートの燃焼によりパティキュレートフィルタに担持されたNO<sub>x</sub>吸収剤は高温（500度C以上）になっており、遮断弁の全閉状態と還元剤供給量を維持したまま二次空気の供給を停止することによりNO<sub>x</sub>吸収剤は通常のNO<sub>x</sub>吸収剤の再生操作時より大幅に高温かつリッチ雰囲気置かれることになる。このため、NO<sub>x</sub>吸収剤に吸収されたSO<sub>x</sub>はSO<sub>2</sub>の形で速やかにNO<sub>x</sub>吸収剤から放出され、NO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒が解消する。

【0046】次いでステップ619ではSO<sub>x</sub>被毒解消操作が完了したか否かが判断される。本実施例ではステップ617の被毒解消操作が開始されてから所定時間（例えば数秒から数十秒）が経過したときにSO<sub>x</sub>被毒が解消したと判断され、ステップ621で遮断弁9a、9bの状態を保持したまま還元剤の供給が停止される。これにより、NO<sub>x</sub>吸収剤の再生とSO<sub>x</sub>被毒解消及びパティキュレートの燃焼が完了したパティキュレートフィルタは待機状態に保持される。

【0047】本実施例においては、エンジン自体の排気流量を絞ることなくSO<sub>x</sub>被毒を解消することができるため、運転状態に左右されることなくNO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒解消操作を行うことができ、NO<sub>x</sub>吸収剤の吸

収能力を常に高い状態に維持することができる。また、図1の実施例と同様パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートの燃焼後にSO<sub>x</sub>被毒解消操作を行うため、SO<sub>x</sub>被毒解消のために特別な加熱手段を設ける必要がなく、簡易にSO<sub>x</sub>被毒を解消することができる。図1の実施例と同様な効果を得ることができる。

【0048】

【発明の効果】本発明は、パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼させる際に発生する熱をNO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒解消に利用することができるようにNO<sub>x</sub>吸収剤とパティキュレートフィルタを相互に熱伝達可能な位置に配置し、パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートの燃焼を行った後にNO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒解消操作を行うようにしたことにより、SO<sub>x</sub>被毒解消操作のために特別な加熱手段を設けることなく簡易にNO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒を解消することができるとともに、SO<sub>x</sub>被毒解消操作時にNO<sub>x</sub>吸収剤を加熱するために外部から供給するエネルギーを大幅に低減できる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例を示す図である。

【図2】パティキュレートフィルタ10の拡大断面図である。

【図3】NO<sub>x</sub>の吸放出作用を説明するための図である。

【図4】図1の実施例のNO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒解消操作を示すフローチャートである。

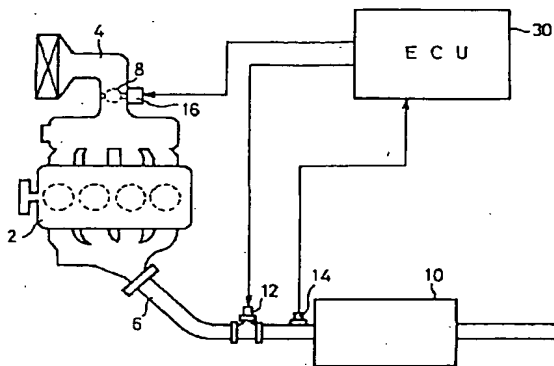
【図5】本発明の第二の実施例を示す図である。

【図6】図5の実施例のNO<sub>x</sub>吸収剤のSO<sub>x</sub>被毒解消操作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

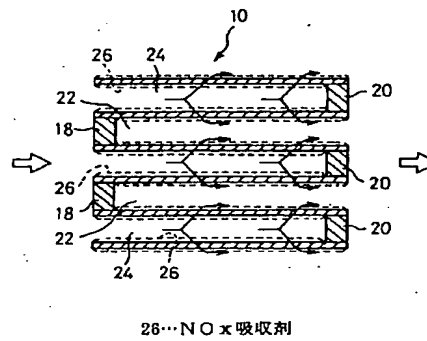
- 2…ディーゼルエンジン
- 6…排気通路
- 8…吸気絞り弁
- 9a、9b…排気遮断弁
- 10…パティキュレートフィルタ
- 11…二次空気供給装置
- 12…還元剤供給装置
- 26…NO<sub>x</sub>吸収剤

【図 1】



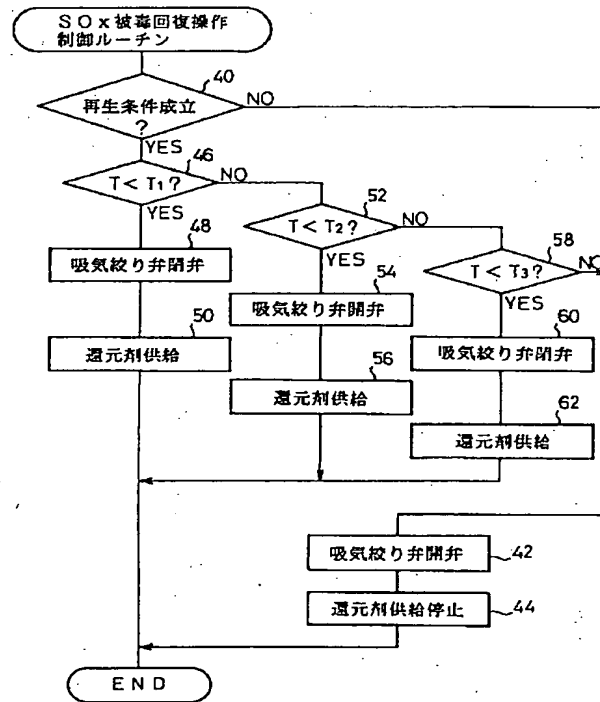
2…ディーゼル機関本体  
6…排気通路  
8…吸気絞り弁  
10…パティキュレートフィルタ  
12…還元剤供給装置

【図 2】

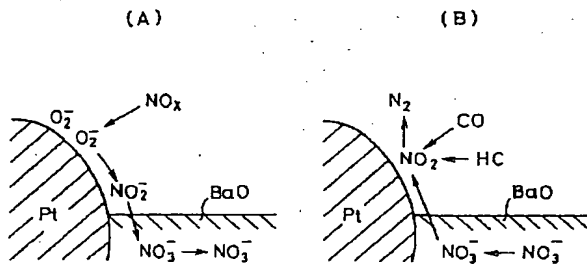


28…NO<sub>x</sub>吸収剤

【図 4】

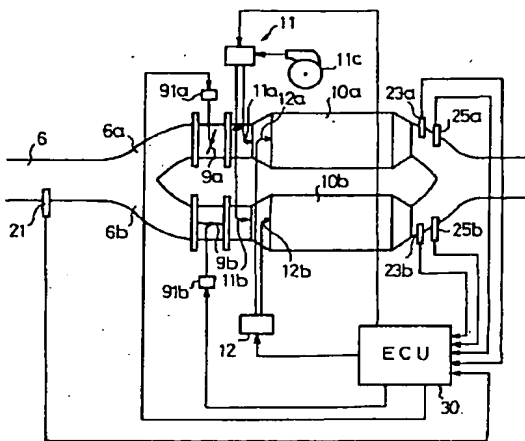


【図 3】



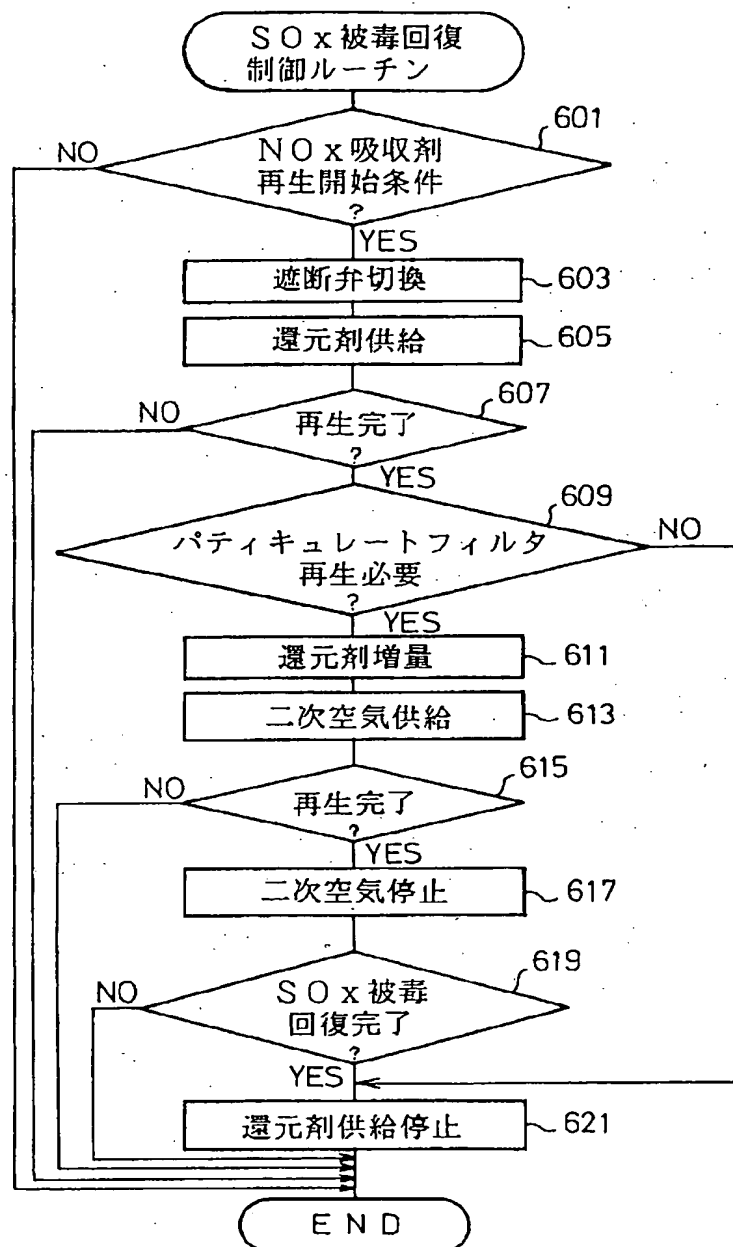


【図 5】



6…排気管  
 6 a, 6 b…分岐通路  
 10 a, 10 b…パティキュレートフィルタ  
 11…二次空気供給装置  
 12…還元剤供給装置  
 30…電子制御ユニット (ECU)

【図 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

F 0 1 N 3/24

識別記号

Z A B E

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

R

F 0 2 D 41/04

3 0 5 Z 8011-3G

43/00

3 0 1 T 7536-3G

E 7536-3G